



12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

②① Anmeldenummer: 86117677.4

⑤ Int. Cl.4: **B60T 8/00**

② Anmeldetag: 18.12.86

③ Priorität: 07.02.86 DE 3603810

④ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.08.87 Patentblatt 87/35

Ⓢ Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB SE

**71) Anmelder: ROBERT BOSCH GMBH
Postfach 50
D-7000 Stuttgart 1(DE)**

**(72) Erfinder: Janetzke, Helmut, Dipl.-Ing.
Liegnerstrasse 4
D-7141 Schwieberdingen(DE)
Erfinder: Schulz, Alfred, Dipl.-Ing.
Leinfelderweg 7
D-7141 Oberriexingen(DE)
Erfinder: Volkert, Matthias, Dipl.-Ing.
Friedrichstrasse 20
D-7143 Vaihingen/Enz(DE)**

⑤ Regeleinrichtung.

57) Bei einer Regeleinrichtung mit einem Sollwertgeber (21), einem Istwertgeber (17), mit einem Regler (18) und mit einem Stellglied (11), das eine lineare Stellkennlinie mit Hysterese aufweist, ist zwecks Kompensierung der Hysterese dem Regler (18) ein Rechner (22) nachgeschaltet, in welchem zwei den Hystereseästen der Stellkennlinie angenäherte Regressionsgeraden und eine deren Mittelwert entsprechende Haltegerade generiert werden. Je nachdem, ob der Betrag der Regelabweichung ($|x_w|$) kleiner oder größer als ein Vorgabewert ist, wird zur Bestimmung der Steuergröße (I_s) für das Stellglied (11) die Haltegerade oder eine der beiden Regressionsgeraden herangezogen. Die Auswahl der Regressionsgeraden wird durch das Vorzeichen der Stellgrößenänderung bestimmt.

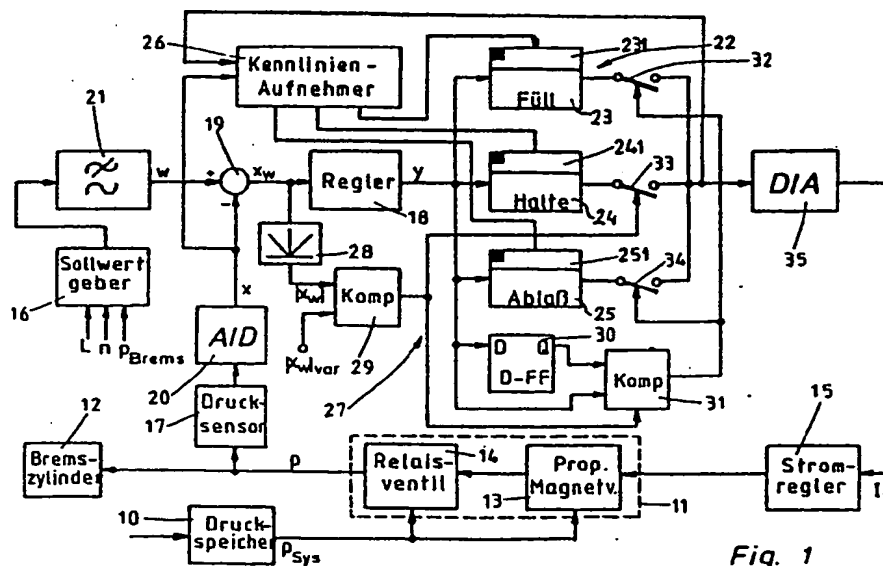


Fig. 1

Regeleinrichtung

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Regeleinrichtung der im Oberbegriff des Anspruchs 1 definierten Gattung.

Solche Regeleinrichtungen dienen zur kontinuierlichen Anpassung einer Regelgröße an eine vorgegebene Führungsgröße, wobei die Anpassung in kürzester Regelzeit angestrebt wird. Solche Regeleinrichtungen sind relativ einfach zu realisieren, wenn das Stellglied eine lineare Kennlinie aufweist. Dann können einfache und wenig störanfällige Regler mit P-, PI- oder PID-Verhalten eingesetzt werden.

Bei Bremsanlagen für Kraftfahrzeuge weisen die üblicherweise verwendeten Drucksteuerventile, die mitunter als Proportional-Magnetventile ausgebildet sind, keine lineare Stellkennlinie auf. Vielmehr ist die stromproportionale Stellkennlinie mit einer starken Hysterese behaftet.

Um dennoch eine möglichst einfache und wenig störanfällige Bremsdruckregelung zu erzielen, verwendet man bei sog. ABS-Systemen als Stellglieder 3/3-Wege-Magnetventile, die von einer Regelelektronik aus einer Druckhalte-Stellung in eine Druckaufbau- und eine Druckabbau-Stellung umgeschaltet werden. Die Regelelektronik generiert in Abhängigkeit von Bremsparametern, wie dem vom Bremspedal eingesteuerten Bremsdruck, der Raddrehzahl und ggf. der Achslast, einen Sollruckwert für den erforderlichen Bremsdruck. Drucksensoren erfassen den in die einzelnen Radbremszylinder eingesteuerten Bremsdruck und melden diesen als elektrischen Istdruckwert an die Regelelektronik. Je nach Vorzeichen der Regelabweichung werden die 3/3-Wege-Magnetventile in die Druckaufbau- oder Druckabbau-Stellung umgeschaltet, und zwar solange, bis die Regelabweichung etwa Null ist. Dann fällt die Ansteuerung der Magnetventile weg und diese verbleiben in ihrer Druckhalte-Stellung.

25 Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Regeleinrichtung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, daß durch die erfindungsgemäße Bestimmung des Steuerstroms für das Stellglied die Hysterese der stromproportionalen Stellkennlinie kompensiert und damit das Stellglied linearisiert wird. Durch das nunmehr lineare Stellglied ist die Verwendung eines einfachen P-, PI- oder PID-Reglers möglich.

Bei der Verwendung der Regeleinrichtung in einer Bremsanlage für Kraftfahrzeuge wird damit der Einsatz von Proportional-Magnetventilen möglich; was wiederum die Voraussetzung für ein kontinuierlich arbeitendes ABS-System schafft. ABS-Systeme mit kontinuierlich eingestelltem Bremsdruck sind den bisher bekannten ABS-Systemen mit schaltenden Magnetventilen in Hinblick auf kürzere Regelzeiten und größere Regelgenauigkeit überlegen.

Als Stellglieder können einfachst aufgebaute und robuste sog. ALB-Proportionalventile verwendet werden, wie sie aus Bremsanlagen mit achslastabhängiger Bremsdruckregelung bekannt sind. Die Einführung der Haltegeraden bringt dabei den Vorteil eines minimalen Verbrauchs an Steuermedium, z.B. Druckluft, da für den Fall des Druckhaltens ein Ventilsteuerstrom eingestellt wird, der die Dichtigkeit beider Ventilsitze des ALB-Proportionalventils gewährleistet.

Die Regelgenauigkeit der erfindungsgemäßen Regeleinrichtung beträgt bei Einsatz von 12 Bit-Wandlern 30 mbar und bei Einsatz von 8 Bit-Wandlern 80 mbar. Auf diese Regelgenauigkeit, d.h. Regelhysterese oder Unempfindlichkeitszone des Reglers, wird der Vorgabewert zur Auswahl der Haltegeraden oder der Regressionsgeraden eingestellt. Als Meßwandler oder Meßaufnehmer werden lediglich einfache Drucksensoren benötigt, die entweder im Stellglied selbst, z.B. im Relaisventil des ALB-Proportionalventils, oder an beliebiger Stelle hinter dem Stellglied im Radbremszylinder oder in der zu diesem führenden Bremsleitung angebracht werden können.

Durch die in den weiteren Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Anspruch 1 angegebenen Bremsanlage möglich.

Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung ergibt sich dabei aus Anspruch 4.

Durch diese Maßnahmen können die Regressionsgeraden in einer einmaligen Initialisierungsphase vom Rechner selbst aufgenommen werden. Darüber hinaus kann von Zeit zu Zeit die Aufnahme der Regressionsgeraden erneut durchgeführt werden, um so der Alterung des Stellgliedes Rechnung zu tragen und durch Alterung bedingte Regelungenauigkeit der Regeleinrichtung zu eliminieren.

Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung ergibt sich auch aus Anspruch 5. Durch das Tiefpaßfilter wird erreicht, daß auch bei sprunghaften Sollwertänderungen kein oder ein nur geringes Überspringen auftritt. Die Schnelligkeit der Regelung bleibt dennoch annähernd erhalten.

- Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung ergibt sich auch aus Anspruch 11. Durch diese Maßnahme ergeben sich nur minimale Verlustleistungen bei mit einem linearen Stromregler gleichwertigem Regelverhalten. Die Schaltfrequenz des Stromreglers liegt in der Größenordnung von 1 kHz. Bei Verwendung eines Proportional-Magnetventils als Stellglied kann die Magneterregerspule des Magnetventils als energiespeicherndes Bauteil herangezogen werden.

10

Zeichnung

Die Erfindung ist anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 ein Blockschaubild einer Regeleinrichtung in einer pneumatischen Bremsanlage eines Kraftfahrzeugs,

Fig. 2 ein Diagramm der Stellkennlinie eines Stellgliedes in der Regeleinrichtung in Fig. 1,

Fig. 3 ein Schaltbild des Stellgliedes in der Regeleinrichtung in Fig. 1,

Fig. 4 ein Schaltbild eines Stromreglers in der Regeleinrichtung gemäß Fig. 1.

20

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

- Von der in Verbindung mit der Regeleinrichtung in Fig. 1 ausschnittsweise dargestellten pneumatischen Bremsanlage eines Kraftfahrzeugs ist mit 10 der Druckspeicher, mit 11 ein ALB-Proportionalventil und mit 12 ein Bremszylinder bezeichnet. Der Druckspeicher 10 wird in bekannter Weise über ein Vierkreisschutzventil von einem Kompressor mit Druckluft auf Betriebsdruck p_{sys} aufgeladen. Das ALB-Proportionalventil 11 liegt eingangsseitig an dem Ausgang des Druckspeichers 10 und ist ausgangsseitig mit dem Bremszylinder 12 verbunden. Das ALB-Proportionalventil 11 besteht aus einem Proportional-Magnetventil 13 und einem druckgesteuerten Relaisventil 14. Das Schaltbild des ALB-Proportionalventils 11 ist in Fig. 3 dargestellt. Der Einlaß des Magnetventils 13 und der Einlaß des Relaisventils 14 sind mit dem Druckspeicher 10 verbunden und dadurch mit Betriebs- oder Systemdruck p_{sys} der Bremsanlage beaufschlagt. Der Auslaß des Magnetventils 13 ist mit dem Steuereingang des Relaisventils 14 und der Auslaß des Relaisventils 14 mit dem Eingang des Bremszylinders 12 verbunden. Die Magneterregerspule 131 des Relaisventils 11 ist mit einem Stromregler 15 verbunden, der im Detail in Fig. 4 dargestellt ist. Der Eingang 151 des Stromreglers 15 ist mit der Regeleinrichtung verbunden, die den Sollstrom für den Stromregler 15 vorgibt. Das ALB-Proportionalventil 11 bildet das Stellglied der Regeleinrichtung.

- Die Regeleinrichtung weist ferner einen Sollwertgeber 16, einen als Drucksensor ausgebildeten Meßwandler 17 und einen Regler 18 auf. Der Sollwertgeber 16 gibt die sog. Führungsgröße w vor, also den Sollwert der Regelgröße, während der Meßwandler 17 den Istwert der Regelgröße x an die Regeleinrichtung liefert. Ein Differenzbildner 19 bildet aus Führungsgröße w und Istwert der Regelgröße x die Regelabweichung x_w , die dem Regler 18 zugeführt wird, an dessen Ausgang die Stellgröße y abnehmbar ist. Bei dem vorliegenden Einsatz der Regeleinrichtung in einer pneumatischen Bremsanlage ist die Regelgröße der Bremsdruck p , der von dem ALB-Proportionalventil 11 in dem Bremszylinder 12 eingesteuert wird und dessen Istwert von dem Drucksensor 17 erfaßt und in ein elektrisches Meßsignal umgewandelt wird. Da im allgemeinen der Drucksensor 17 ein analoges elektrisches Meßsignal ausgibt, ist zwischen dem Drucksensor 17 und dem Differenzbildner 19 ein Analog-Digital-Wandler (A/D-Wandler) 20 eingeschaltet.

- Der Sollwertgeber 16 generiert aus ihm zugeführten Bremsparametern, wie dem vom Bremspedal der Betriebsbremse eingesteuerten Bremsdruck p_{Brem} , der Raddrehzahl n und ggf. der Achslast L , einen Sollwert des in den Bremszylinder einzusteuernenden Bremsdruckes p , der nach Tiefpaßfilterung in einem dem Sollwertgeber 16 nachgeschalteten Tiefpaß 21 als Führungsgröße w am Differenzbildner 19 anliegt. Die vom Differenzbildner 19 durch Subtraktion gebildete Regelabweichung x_w wird dem Regler 18 zugeführt, der als einfacher P-, PI- oder PID-Regler ausgebildet sein kann.

- Das das stromgesteuerte Stellglied der Regeleinrichtung bildende ALB-Proportionalventil 11 weist eine stromproportionale Stellkennlinie mit einer Hysteres auf. Die Stellkennlinie ist in Fig. 2 dargestellt. Sie hat eine fallende Charakteristik, d.h. zur Aussteuerung eines kleinen Druckes p ist ein großer Steuerstrom I und umgekehrt erforderlich. Die Stellkennlinie wird bei Anlegen eines Steuerstroms I in Pfeilrichtung durchlau-

fen. Beim Übergang von Druckaufbau zu Druckabbau und umgekehrt im Bremszylinder tritt ein Steuerstrom-Sprung von ca. 300 mA auf. Ein Proportional-Magnetventil mit einer solchen Stellkennlinie ist in Verbindung mit einem Relaisventil aus der DE-OS 34 13 758 bekannt und dort in seinem Aufbau und in seiner Wirkungsweise beschrieben.

Um die Hysterese in der Stellkennlinie des ALB-Ventils 11 zu kompensieren und damit das Stellglied zu linearisieren, ist dem Regler 18 ein Rechner 22 nachgeschaltet. Der Rechner 22 weist drei Recheneinheiten 23 -25 mit jeweils einem zugeordneten Speicherbereich 231, 241, 251 auf. In jedem digitalen Speicherbereich 231, 241, 251 sind die Parameter einer Kennlinie des Stellgliedes bzw. ALB-Proportionalventils 11 in Form von digitalen Werten abgespeichert. Dabei sind in dem Speicherbereich 231 und in dem Speicherbereich 251 jeweils ein Parameterpaar a_F , b_F bzw. a_A , b_A von zwei Regressionsgeraden abgespeichert, die jeweils einem der beiden Hystereseäste der Stellkennlinie des Stellgliedes in Fig. 2 angenähert sind. a_F , b_F bilden dabei das Parameterpaar für eine sog. Füllgerade und a_A , b_A das Parameterpaar für eine sog. Abfallgerade. Im Speicherbereich 241 ist das Parameterpaar a_H , b_H für eine Haltegerade abgespeichert, die sich aus dem Verlauf der Mittelwerte beider Regressionsgeraden ergibt. In der Stellkennlinie des Stellgliedes 11 in Fig. 2 sind die Regressionsgeraden, also die Füllgerade und die Abfallgerade und die sich daraus als Mittelwert ergebende Haltegerade strichliniert eingezeichnet.

Zur selbsttätigen Aufnahme und Abspeicherung der Parameter dieser drei Kennlinien in den Speicherbereichen 231, 241, 251 der Recheneinheiten 23 -25 ist ein Kennlinienaufnehmer 26 vorgesehen, der während einer Initialisierungsphase, in welcher die Hystereseurve des Stellgliedes 11 mit mittlerer Geschwindigkeit durchfahren wird, die Meßwertpaarungen Bremsdruck p und Erregerstrom I erfaßt und mittels linearer Regression die Parameter der Füllgeraden und der Abfallgeraden berechnet. Diese Parameter werden paarweise in den Speicherbereichen 231 und 251 abgelegt. Aus diesen Parametern werden die Parameter für die Haltegerade berechnet und in dem Speicherbereich 241 abgelegt. Bei Anlegen der Stellgröße y an den Rechner 22 berechnen die Recheneinheiten 23 -25 den für das Stellglied 11 erforderlichen Steuerstrom, also den Sollstrom I_S , für den Stromregler 15 nach folgenden Gleichungen:

$$I_S = a_F y + b_F \quad ; \quad I_S = a_H y + b_H \quad ; \quad I_S = a_A y + b_A$$

Füllgerade Haltegerade Abfallgerade

Je nachdem, ob dabei die Stellgröße y bestimmte Kriterien erfüllt, z.B. ab-oder zunimmt oder unter einem Vorgabewert liegt, wird der mittels der Abfall-oder Füllgeraden oder Haltegeraden berechnete Sollstrom I_S an den Stromregler 15 gegeben. Hierzu ist eine Auswahlvorrichtung 27 vorgesehen, die abhängig von dem Betrag der Regelabweichung $|x_w|$ und von der Zu-oder Abnahme der Stellgröße y eine der Recheneinheiten 23 -25 auf den Stromregler 15 aufschaltet. Die Auswahlvorrichtung 27 weist hierzu einen an dem Eingang des Reglers 18 bzw. an dem Ausgang des Differenzbildners 19 angeschlossenen Betragsbildner 28, einen ersten Komparator 29, der mit einem der Reglerhysterese, d.h. der Unempfindlichkeitszone der Regeleinrichtung, entsprechenden Vorgabewert $|x_w|_{\text{vor}}$ belegt ist, ein als D-Flip-Flop ausgebildetes Speicherglied 30, einen zweiten Komparator 31 und drei Auswahlschalter 32 -34 auf, die jeweils den Ausgang der Recheneinheiten 23 -25 über einen Digital-Analog-Wandler (D/A-Wandler) 35 mit dem Eingang 151 des Stromreglers 15 verbinden. Der erste Komparator 29 ist mit seinem Eingang an den Ausgang des Betragsbildners 28 angeschlossen. Sein Ausgangssignal steuert zum einen den Auswahlschalter 33 und aktiviert zum anderen den zweiten Komparator 31. Das Umsteuern des Auswahlschalters 33 in seine Schließstellung und das Aktivieren des Komparators 31 kann nur wechselweise erfolgen. Der D-Eingang des Speichergliedes 30 ist ebenso wie die Eingänge der Recheneinheiten 23 -25 mit dem Ausgang des Reglers 18 verbunden. Der eine Eingang des zweiten Komparators 31 ist ebenfalls an dem Ausgang des Reglers 18 angeschlossen, während der andere Eingang mit dem Q-Ausgang des Speicherglieds 30 verbunden ist. Der Ausgang des Komparators 31 ist sowohl mit dem Auswahlschalter 32 als auch mit dem Auswahlschalter 34 verbunden, die wechselweise geschaltet werden.

Der Komparator 29 prüft, ob der am Ausgang des Betragsbildners 28 anstehende Betrag der Regelabweichung $|x_w|$ größer oder kleiner als der Vorgabewert, also die Regelhysterese, ist. Ist der Betrag der Regelabweichung $|x_w|$ kleiner als der Vorgabewert, so wird der Auswahlschalter 33 geschlossen und damit die Recheneinheit 24 zum Auslesen freigegeben. Mit der an dem Eingang der Recheneinheit 24 anliegenden Stellgröße y wird mittels der Haltegeraden der Sollstrom I_S für den Stromregler 15 bestimmt.

Ist der Betrag der Regelabweichung $|x_w|$ größer als der Vorgabewert, so wird von dem Ausgangssignal des ersten Komparators 29 der zweite Komparator 31 aktiviert. Dieser vergleicht den Momentanwert y_k der anliegenden Stellgröße mit dem vorhergehenden Momentanwert y_{k-1} der Stellgröße y , der in dem Speicherglied 30 gespeichert ist. Ist der Momentanwert y_k der Stellgröße y größer als der vorhergehende Wert y_{k-1} , was charakteristisch für einen Füllvorgang ist, so wird der Auswahlschalter 32 angesteuert. Dieser schließt, und mit der an dem Eingang der Recheneinheit 23 anliegenden Stellgröße y wird mittels der Füllgeraden der Sollstrom I_s für den Stromregler 15 bestimmt. Ist der Momentanwert y_k der Stellgröße y kleiner als der vorhergehende Wert y_{k-1} , was charakteristisch für einen Druckablaßvorgang ist, so wird der Auswahlschalter 34 geschlossen, und die Bestimmung des Sollstromes I_s für den Stromregler 15 aufgrund der am Reglerausgang anstehenden Stellgröße y erfolgt mittels der Ablaßgeraden. Zusammenfassend wählt also der erste Komparator 29 je nach Größe des Betrages der Regelabweichung $|x_w|$ die Haltegerade oder eine der beiden Regressionsgeraden zur Bestimmung des Sollstromes I_s des Stromreglers bei gegebener Stellgröße am Ausgang des Reglers 18 aus. Der zweite Komparator 31 trifft die Auswahl zwischen den beiden Regressionsgeraden aufgrund des Vorzeichens der Stellgrößenänderung. Bei Zunahme der Stellgröße y wird der Sollstrom I_s mittels der Füllgeraden und bei Abnahme der Stellgröße y mittels der Ablaßgeraden ermittelt. Der in Fig. 4 im Schaltbild dargestellte geschaltete Stromregler 15 ist an sich bekannt, so daß hier bezüglich seines Aufbaus ausschließlich auf Fig. 4 verwiesen wird. Die Schaltfrequenz des Stromreglers 15 liegt bei ungefähr 1 kHz. Eine höhere Schaltfrequenz ist nicht notwendig, da die mechanischen Komponenten des Proportional-Magnetventils 13 relativ träge sind und die verbleibende Regelbewegung zusätzlich glätten.

Die Erfindung ist nicht auf das vorstehend beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. So ist die Unterteilung des Rechners 22 in drei Recheneinheiten 23, 24, 25 nicht erforderlich. Es ist auch möglich, daß der Rechner 22 die Geradengleichung für alle drei Geraden berechnet und die Auswahlvorrichtung 27 das jeweils momentan erforderliche Parameterpaar a_F, b_F bzw. a_A, b_A bzw. a_H, b_H nach den beschriebenen Kriterien zum Abruf durch den Rechner 22 aus den Speicherbereichen 231, 241, 251 freigibt.

Des weiteren ist es auch möglich, nicht nur die Parameter der Geraden abzuspeichern und entsprechende Geradenpunkte mit den Parametern durch den Rechner 22 bestimmen zu lassen, sondern auch die Geraden in Form von digitalen Stützwerten komplett abzuspeichern, so daß der Rechner 22 zu der anliegenden Steuergröße y nur noch den entsprechenden Steuerstrom I_s auszulesen braucht und ggf. noch zu interpolieren hat. Die Abspeicherung der Parameter ist jedoch wesentlich speicherplatzsparender.

Ansprüche

1. Regeleinrichtung mit einem Sollwertgeber zur Vorgabe eines Sollwertes der Regelgröße - (Führungsgröße w), mit einem Meßwandler zur Erfassung des Istwertes der Regelgröße x , mit einem Regler zur Generierung einer von der Regelabweichung x_w abhängigen Stellgröße y und mit einem Stellglied zur stellgrößenabhängigen Beeinflussung der Regelgröße x , dadurch gekennzeichnet, daß das Stellglied - (11) eine hysteresebefahene Stellkennlinie mit einer im wesentlichen proportionalen Abhängigkeit der Regelgröße (x) von einer Steuergröße (I_s) aufweist, daß dem Regler (18) ein Rechner (22) nachgeschaltet ist, daß der Rechner (22) zwei Regressionsgeraden und eine Haltegerade generiert, wobei die Regressionsgeraden jeweils einem der Hysteresenäste der Stellkennlinie angenähert sind und die Haltegerade dem Verlauf des Mittelwertes beider Regressionsgeraden entspricht, und daß der Rechner (22) die für eine am Ausgang des Reglers (18) anliegende Stellgröße (y) erforderliche Steuergröße (I_s) des Stellgliedes (11) aus einer der drei Geraden derart bestimmt, daß bei einem Betrag der Regelabweichung ($|x_w|$) kleiner als ein Vorgabewert ($|x_w|_{\text{vor}}$) die Haltegerade und bei einem Betrag der Regelabweichung ($|x_w|$) größer als der Vorgabewert ($|x_w|_{\text{vor}}$) eine der beiden Regressionsgeraden herangezogen und die Auswahl der jeweiligen Regressionsgerade durch das Vorzeichen der Stellgrößenänderung getroffen wird.

2. Regeleinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellglied (11) derart ausgebildet ist, daß zur Aussteuerung einer kleinen Regelgröße (x) eine große Steuergröße (I_s) und umgekehrt erforderlich ist, daß die eine Regressionsgerade als Ablaßgerade dem ansteigenden und die andere Regressionsgerade als Füllgerade dem abfallenden Hysteresenast der Stellkennlinie angenähert ist und daß die Auswahl der Regressionsgeraden bei der Steuergrößenbestimmung derart getroffen ist, daß bei Abnahme der Stellgröße (y) die Ablaßgerade und bei Zunahme der Stellgröße (y) die Füllgerade herangezogen wird.

3. Regeleinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Rechner (22) mindestens einen Speicherbereich (231, 241, 251) aufweist, in welchem Parameterpaare (a_F , b_F ; a_A , b_A ; a_H , b_H) der Regressionsgeraden und der Haltegeraden abgespeichert sind, und daß der Rechner (22) mit den abgespeicherten Parameterpaaren (a_F , b_F ; a_A , b_A ; a_H , b_H) jeweils für eine anliegende Stellgröße (y) die Steuergröße (I_S) nach einer Geradengleichung berechnet.

4. Regeleinrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Rechner (22) eine Vorrichtung (26) zur automatischen Aufnahme und Abspeicherung der Parameterpaare (a_F , b_F ; a_A , b_A ; a_H , b_H) der Regressionsgeraden und der Haltegeraden aufweist.

5. Regeleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 -4, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Regler (18) ein die Regelabweichung (x_w) bildender Subtrahierer (19) vorgeschaltet ist, dem einerseits das Ausgangssignal des Meßwandlers (17) und andererseits über ein Tiefpaßfilter (21) das Ausgangssignal des Sollwertgebers (16) zugeführt ist.

6. Regeleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 -5, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Auswahlvorrichtung (27) vorgesehen ist, die abhängig von dem Betrag der Regelabweichung ($|x_w|$) und von der Zu- oder Abnahme der Stellgröße (y) eines der abgespeicherten Parameterpaare (a_F , b_F ; a_A , b_A ; a_H , b_H) zur Berechnung freigibt.

7. Regeleinrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Auswahlvorrichtung (27) derart ausgebildet ist, daß sie bei einem Betrag der Regelabweichung ($|x_w|$) kleiner als der Vorgabewert ($|x_{w_{vor}}|$) das der Haltegeraden zugehörige Parameterpaar (a_H , b_H) zur Berechnung freigibt und daß sie bei einem Betrag der Regelabweichung ($|x_w|$) größer als der Vorgabewert ($|x_{w_{vor}}|$) das der Füllgeraden zugehörige Parameterpaar (a_F , b_F) zur Berechnung freigibt, wenn die momentane Stellgröße (y_k) größer als die vorherige Stellgröße (y_{k-1}) ist, und das der Abfallgeraden zugehörige Parameterpaar (a_A , b_A) zur Berechnung freigibt, wenn die momentane Stellgröße (y_k) kleiner als die vorherige Stellgröße (y_{k-1}) ist.

8. Regeleinrichtung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Rechner (22) ein Digital-Analog-Wandler (35) nachgeschaltet ist.

9. Regeleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 -8, **gekennzeichnet durch** ihre Anordnung in einer druckmittelbetätigten, vorzugsweise pneumatischen, Bremsanlage eines Kraftfahrzeugs, in welcher der Bremsdruck (p) die Regelgröße (x) bildet.

10. Regeleinrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Steuergröße des Stellglieds (11) ein Steuerstrom (I_S) ist.

11. Regeleinrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen dem Digital-Analog-Wandler (35) und dem Stellglied (11) ein geschalteter Stromregler (15) angeordnet ist.

12. Regeleinrichtung nach einem der Ansprüche 9 -11, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Stellglied (11) ein Proportional-Magnetventil (13) und ein druckgesteuertes Relaisventil (14) aufweist, die beide einlaßseitig mit dem Systemdruck (p_{sys}) der Bremsanlage beaufschlagt sind, und daß jeweils auslaßseitig das Proportional-Magnetventil (13) mit dem Steuereingang des Relaisventils (14) und das Relaisventil (14) mit einer zu mindest einem Radbremszylinder (12) der Bremsanlage führenden Bremsleitung verbunden ist.

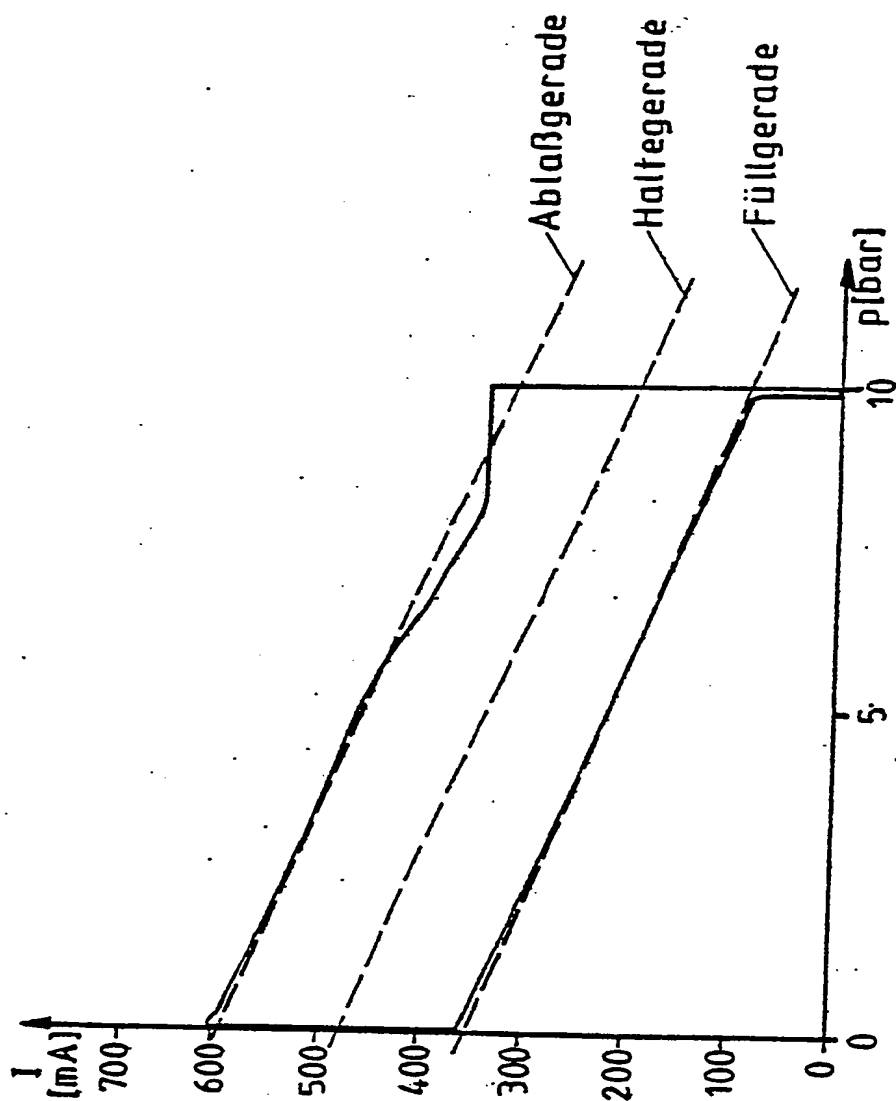
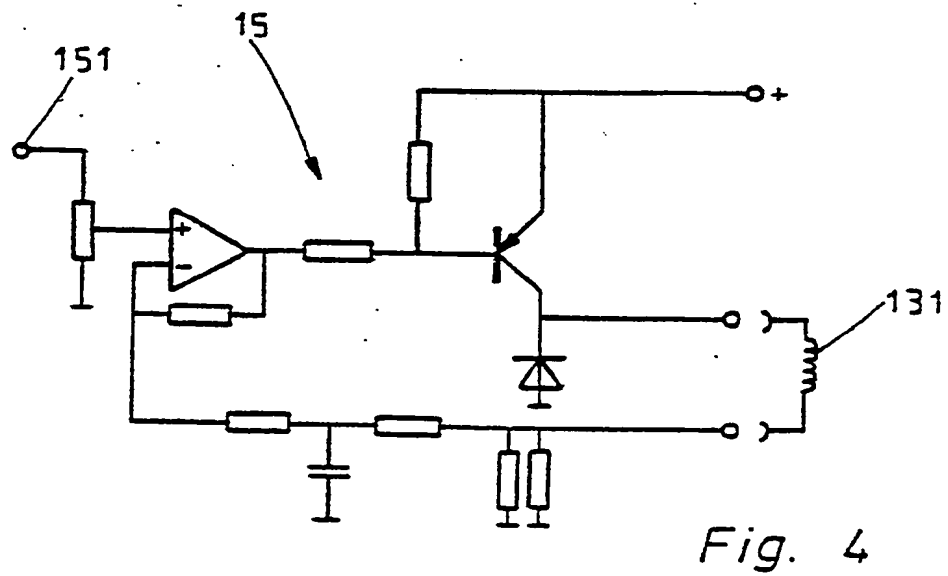
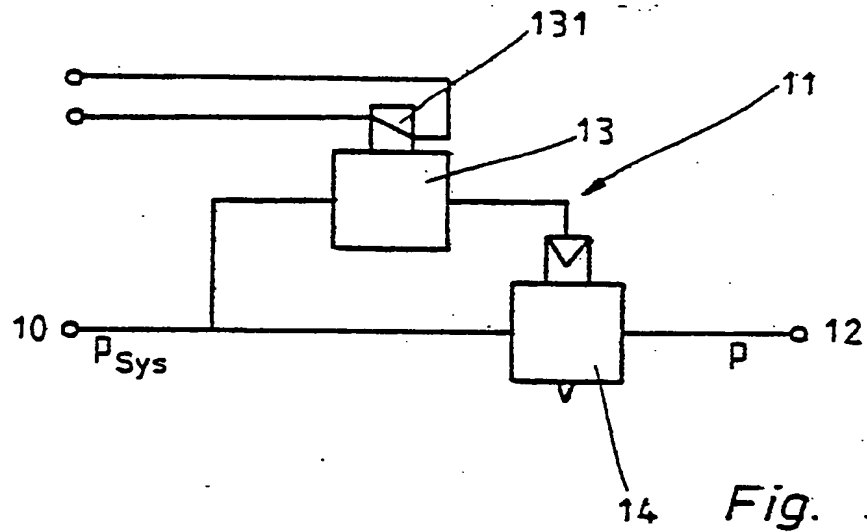


Fig. 2





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 86 11 7677

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
A	DE-A-3 316 208 (BOSCH) * Anspruch 1; Figuren 1-3 * ---	1.	B 60 T 8/00
D,A	DE-A-3 413 758 (BOSCH) * insgesamt * ---	1	
A	DD-A- 221 859 (EK SCHWERIN) * Anspruch 1 * ---	1	
A	ELEKTRONIK, Band 30, Nr. 1, Januar 1981, Seiten 73-76, München; H. GUTGESELL "Integrierte Druckwandler in der Anwendung" * Seite 73, Bild 1, Abschnitt 2 * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
			B 60 T 8/00 G 05 B 15/00
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 19-05-1988	Prüfer PETERS
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			